

SP-11634

US

JC971 U.S. PTO  
10/090929



日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 5月10日

出願番号

Application Number:

特願2001-140032

出願人

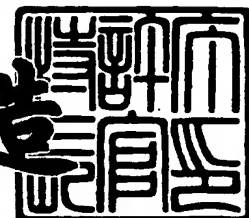
Applicant(s):

株式会社フジクラ

2001年11月 2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3096916

【書類名】 特許願

【整理番号】 20010141

【提出日】 平成13年 5月10日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/24

【発明の名称】 定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ推定方法及び定偏  
波光ファイバの接続方法

【請求項の数】 3

【発明者】

    【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ 佐  
倉事業所内

    【氏名】 窪 敏喜

【発明者】

    【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ 佐  
倉事業所内

    【氏名】 齋藤 茂

【発明者】

    【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ 佐  
倉事業所内

    【氏名】 川西 紀行

【特許出願人】

    【識別番号】 000005186

    【氏名又は名称】 株式会社フジクラ

【代理人】

    【識別番号】 100064908

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

    【識別番号】 100108578

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】 100089037

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 隆

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704943

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ推定方法及び定偏波光ファイバの接続方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 2 本の定偏波光ファイバを接続する際、又は接続した後において、該定偏波光ファイバの側方から光を照射し、透過光輝度のピーク位置とピーク高さとから、該定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量を推定することを特徴とする定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ推定方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ推定方法を用いて、2 本の定偏波光ファイバを角度ずれ無しに接続することを特徴とする定偏波光ファイバの接続方法。

【請求項 3】 請求項 1 記載の定偏波光ファイバの角度ずれ推定方法を用いて、2 本の定偏波光ファイバを任意の角度の角度ずれを起して接続することを特徴とする定偏波光ファイバの接続方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、応力付与部を 2 箇所有する定偏波光ファイバを接続する際に、定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量を推定する方法と、この推定方法を利用して 2 本の定偏波光ファイバを、その偏波面の角度ずれ量を制御して接続する方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

定偏波光ファイバを接続する際に生じる、定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量を測定する方法として、従来 2 つの方法がとられていた。

第 1 の方法は、偏波光を発光するための偏光子とこの偏波光を受光するための検光子を用いて、接続される定偏波光ファイバに実際に光を通し、定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量を測定する方法である。

第 2 の方法は、接続される定偏波光ファイバの側方から光を照射し、定偏波光

ファイバを透過した透過光によって生じる画像を比較して、定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量を測定する方法であり、光ファイバ融着装置などで、接続される定偏波光ファイバの偏波軸を画像処理によって一致させる技術を利用したものである。

この方法によって、定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量を測定する方法が、特開平 8 - 1 1 4 7 2 0 号公報において開示されている。

#### 【 0 0 0 3 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、偏光子と検光子を用いて、接続される定偏波光ファイバに実際に光を通して、定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量を測定する方法によると、偏光子や検光子の調整に時間を要し、ひいては角度ずれ量の測定に多くの時間を要することとなる。また、接続された定偏波光ファイバを装置に組み込んだ後において、接続後の定偏波光ファイバに光を通すことができない場合があり、この場合には、偏波面の角度ずれ量を測定することができない。

また、接続される定偏波光ファイバの側方から光を照射し、透過光の画像から定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量を測定する方法によると、2本の定偏波光ファイバの偏波面の角度を一致させることはできても、角度ずれ量を導出することは容易ではない。また、特開平 8 - 1 1 4 7 2 0 号公報の提案のように、透過光のピーク位置の情報から得られた数値を比較する方法によると、ピーク位置と角度ずれ量との関係は、定偏波光ファイバの特性、特に、応力付与部の形状、材質、屈折率によって異なるため、角度ずれ量を正確に測定することはできない。

本発明は、このような事情を考慮してなされたもので、定偏波光ファイバを接続する際又は接続した後において、定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量を正確に推定する方法を提供し、この推定方法を用いて定偏波光ファイバを角度ずれ無しに接続する方法を提供することを目的とする。

#### 【 0 0 0 4 】

##### 【課題を解決するための手段】

以上の課題を解決するために、請求項 1 記載の発明は、2本の定偏波光ファイ

バを接続する際、又は接続した後において、定偏波光ファイバの側方から光を照射し、透過光輝度のピーク位置とピーク高さとから、定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量を推定することを特徴とする定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ推定方法である。

請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ推定方法を用いて、2 本の定偏波光ファイバを角度ずれ無しに接続することを特徴とする定偏波光ファイバの接続方法である。

請求項 3 記載の発明は、請求項 1 記載の定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ推定方法を用いて、2 本の定偏波光ファイバを任意の角度の角度ずれを起して接続することを特徴とする定偏波光ファイバの接続方法である。

#### 【 0 0 0 5 】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明を詳細に説明する。

図 1 は、本発明の定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ推定方法の例を示す図である。

図 1 (a)、(b) 中、符号 1 は、定偏波光ファイバである。符号 1 a、1 b は、定偏波光ファイバ 1 の 2 つの応力付与部であり、符号 1 c は、定偏波光ファイバ 1 の 2 つの応力付与部 1 a、1 b を結ぶ偏波軸である。符号 1 d は、定偏波光ファイバ 1 のコアである。符号 1 e は、定偏波光ファイバに対して側方から光を照射したときに生じる透過光輝度の第 1 のピークであり、1 f は同様に生じる透過光輝度の第 2 のピークである。

図 1 (a) は、定偏波光ファイバ 1 の側面に対して、その 2 つの応力付与部 1 a、1 b を結ぶ偏波軸 1 c と一致する方向から光を照射した場合の、透過光輝度分布を示したものである。応力付与部 1 a、1 b の影響により、定偏波光ファイバの中心を挟んで、透過光輝度分布は 2 つのピーク 1 e、1 f を生じる。

偏波軸 1 c の方向と照射光の方向とが一致している場合、すなわち偏波軸 1 c を含む偏波面の角度ずれが無い場合には、図 1 (a) に示すように、2 つのピーク 1 e、1 f の輝度は等しく、ピーク 1 e、1 f を生じる位置は定偏波光ファイバの中心に対して左右対称となっている。このように、2 つのピーク 1 e、1 f

を生じる位置が定偏波光ファイバの中心に対して左右対称となっている状態を、以下では、ピーク位置が等しいと表現する。

## 【 0 0 0 6 】

これに対し、図 1 (b) は、偏波軸 1 c の方向と照射光の方向とが一致せず、偏波軸 1 c を含む偏波面が角度ずれを起している場合について、透過光輝度分布を示したものである。この場合には、2 つのピーク 1 e、1 f の輝度は異なり、ピーク 1 e、1 f の位置は定偏波光ファイバの中心に対して非対称となり、かつ中心から遠い側へ移動している。

なお、図 1 においては、定偏波光ファイバの一例として PANDA 型ファイバの場合について示しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、他の種類の定偏波光ファイバについても適用できるものである。

## 【 0 0 0 7 】

次に、このような定偏波光ファイバを接続する際に、定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量を推定する方法について説明する。

図 2 は、2 本の定偏波光ファイバを対向させて接続する際の、定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ推定方法の例を示す図である。

図 2 (a) 中、符号 1 は、第 1 の定偏波光ファイバであり、符号 2 は、第 2 の定偏波光ファイバである。符号 1 a、1 b は、第 1 の定偏波光ファイバ 1 の 2 つの応力付与部であり、符号 2 a、2 b は、第 2 の定偏波光ファイバ 2 の 2 つの応力付与部である。符号 1 c は、第 1 の定偏波光ファイバ 1 の 2 つの応力付与部 1 a、1 b を結ぶ偏波軸であり、符号 2 c は、第 2 の定偏波光ファイバ 2 の 2 つの応力付与部 2 a、2 b を結ぶ偏波軸である。符号 1 d は、定偏波光ファイバ 1 のコアであり、符号 2 d は、定偏波光ファイバ 2 のコアである。

## 【 0 0 0 8 】

図 2 (b) は、この 2 本の定偏波光ファイバ 1、2 を接続する際に、定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれを推定するために、定偏波光ファイバの接続点に対して光照射している様子を示したものである。

以下、第 1 の定偏波光ファイバ 1 を左側に、第 2 の定偏波光ファイバ 2 を右側に配置して接続する場合について説明する。

第 1 の定偏波光ファイバ 1 の透過光輝度の第 1 のピークの高さを  $h_{L1}$ 、第 2 のピークの高さを  $h_{L2}$  とし、第 1 の定偏波光ファイバ 1 の中心を基準とした第 1 のピークの位置を  $p_{L1}$ 、第 2 のピークの位置を  $p_{L2}$  とする。第 1 の定偏波光ファイバ 1 の偏波面の角度ずれ量は、 $h_{L1}$ 、 $h_{L2}$ 、 $p_{L1}$ 、 $p_{L2}$  の関数として表すことができる。すなわち、

第 1 の定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量  $= F(h_{L1}, h_{L2}, p_{L1}, p_{L2})$

と表現できる。この関数  $F$  は、定偏波光ファイバの種類や、測定に用いられるレンズの光学特性、光源の波長等により決定される。

同様に、第 2 の定偏波光ファイバ 2 の透過光輝度の第 1 のピークの高さを  $h_{R1}$ 、第 2 のピークの高さを  $h_{R2}$  とし、第 2 の定偏波光ファイバ 2 の中心を基準とした第 1 のピークの位置を  $p_{R1}$ 、第 2 のピークの位置を  $p_{R2}$  とする。第 2 の定偏波光ファイバ 2 の偏波面の角度ずれ量は、 $h_{R1}$ 、 $h_{R2}$ 、 $p_{R1}$ 、 $p_{R2}$  の関数として表すことができる。すなわち、

第 2 の定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量  $= F(h_{R1}, h_{R2}, p_{R1}, p_{R2})$

と表現できる。

従って、この第 1 の定偏波光ファイバ 1 と第 2 の定偏波光ファイバ 2 とを接続する際の偏波面の角度ずれ量は、各々の定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量を用いて、

接続時の偏波面の角度ずれ量  $= F(h_{L1}, h_{L2}, p_{L1}, p_{L2}) - F(h_{R1}, h_{R2}, p_{R1}, p_{R2})$

と表現できる。

このようにして偏波面の角度ずれ量が求められれば、

クロストーク  $= -10 \text{ LOG}(\text{角度ずれ量}^2) \text{ [dB]}$

により、定偏波光ファイバの接続によるクロストークを算出することもできる。

【 0 0 0 9 】

図 3 は、透過光輝度のピーク位置と定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量との関係についての一例を示す図である。また、図 4 は、透過光輝度のピーク高さ



と定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量との関係についての一例を示す図である。このようなピーク位置及びピーク高さと定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量との関係は、定偏波光ファイバの特性、特に、応力付与部の形状、材質、屈折率等によって異なっている。

図3からわかるように、定偏波光ファイバの調心目標位置である角度ずれ量0となる点において、2つのピーク位置が等しくなるが、その他に、角度ずれを生じているA点とB点においても、2つのピーク位置が等しくなる。従って、左右のピーク位置が等しいという情報からだけでは、偏波面の角度ずれ量を推定することはできず、従って調心目標位置を定めることもできない。

#### 【0010】

しかし、図4からわかるように、ピーク高さは調心目標位置である角度ずれ量0となる点において最大となる分布を有しているため、調心目標位置と、角度ずれを生じているA点及びB点とは区別することができる。よって、ピーク位置とピーク高さから、偏波面の角度ずれ量を推定することができ、調心目標位置を定めることができる。

また、図3からわかるように、2つのピーク位置が異なる場合についても、ピーク位置の情報からだけでは、偏波面の角度ずれ量を定めることはできない。しかし、図4に示すピーク高さの情報も用いることによって、偏波面の角度ずれ量を求めることができる。

以上説明した角度ずれ量推定方法は、定偏波光ファイバを接続する際に用いられるばかりでなく、定偏波光ファイバを接続した後において、偏波面の回転角度を求める場合にも用いることができる。

#### 【0011】

この例によると、定偏波光ファイバの接続点に対して光照射し、透過光輝度のピーク位置とピーク高さから定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量を正確に推定することができる。

また、定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれがある場合には、その角度ずれ量に応じて定偏波光ファイバを回転させて、偏波面の角度ずれを起さずに高精度で定偏波光ファイバを接続することができる。

さらに、定偏波光ファイバの角度ずれ量を正確に推定することができるため、定偏波光ファイバを、目的とする任意の角度に回転させて配置することができ、定偏波光ファイバを任意の角度の角度ずれを生じさせて接続することが可能となる。

#### 【 0 0 1 2 】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、請求項 1 記載の発明によると、定偏波光ファイバの接続点に対して光照射して、透過光輝度のピーク位置とピーク高さから、定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量を推定することができる。

請求項 2 記載の発明によると、請求項 1 記載の定偏波光ファイバの角度ずれ量推定方法を用いることにより、偏波面の角度ずれを起さずに高精度で定偏波光ファイバを接続することが可能となる。

請求項 3 記載の発明によると、請求項 1 記載の定偏波光ファイバの角度ずれ量推定方法を用いることにより、定偏波光ファイバを、目的とする任意の角度に回転させて配置することができ、定偏波光ファイバを任意の角度の角度ずれを生じさせて接続することが可能となる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ推定方法の例を示す図である。

【図 2】 2 本の定偏波光ファイバを対向させて接続する際の、定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ推定方法の例を示す図である。

【図 3】 透過光輝度のピーク位置と定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量との関係の一例を示す図である。

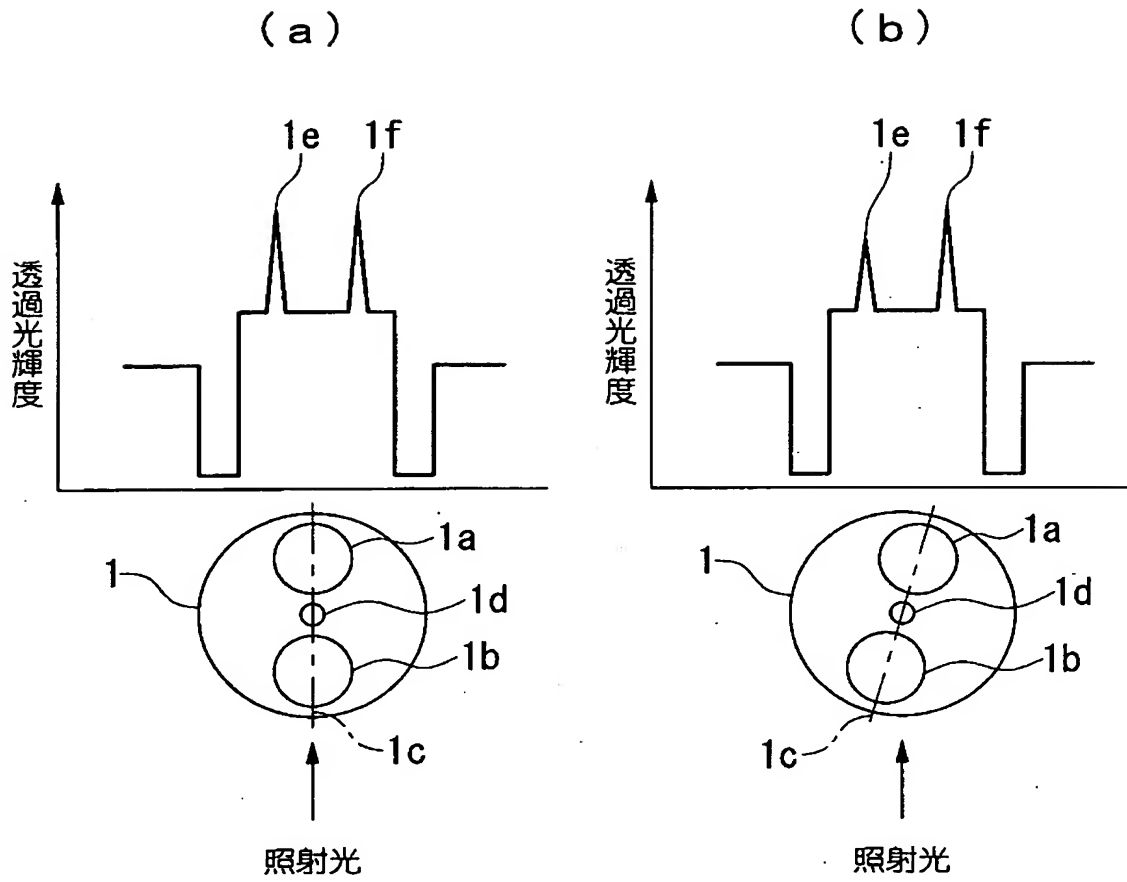
【図 4】 透過光輝度のピーク高さと定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量との関係の一例を示す図である。

##### 【符号の説明】

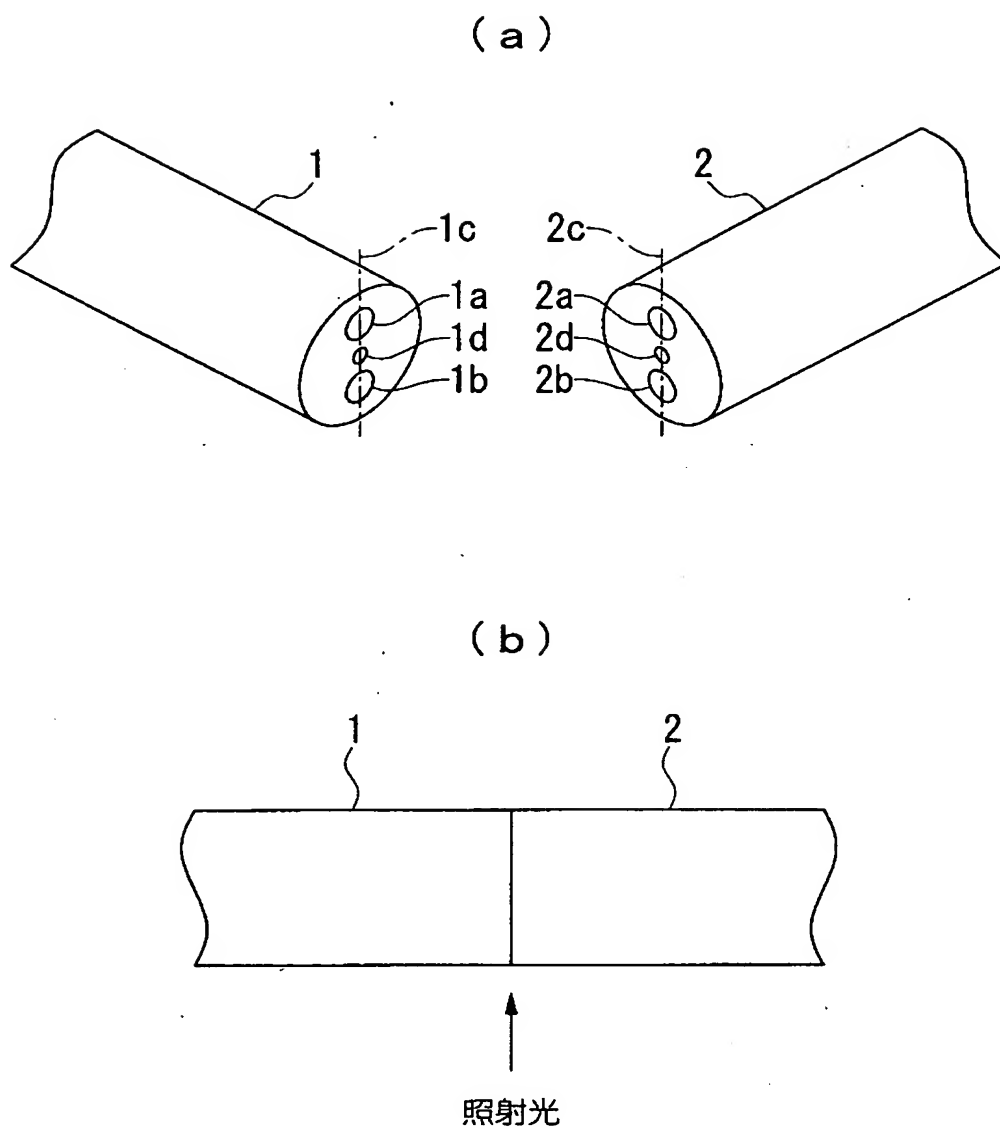
1 …定偏波光ファイバ、 1 a、 1 b …応力付与部、 1 c …応力付与部を結ぶ偏波軸、 1 e、 1 f …輝度ピーク

【書類名】 図面

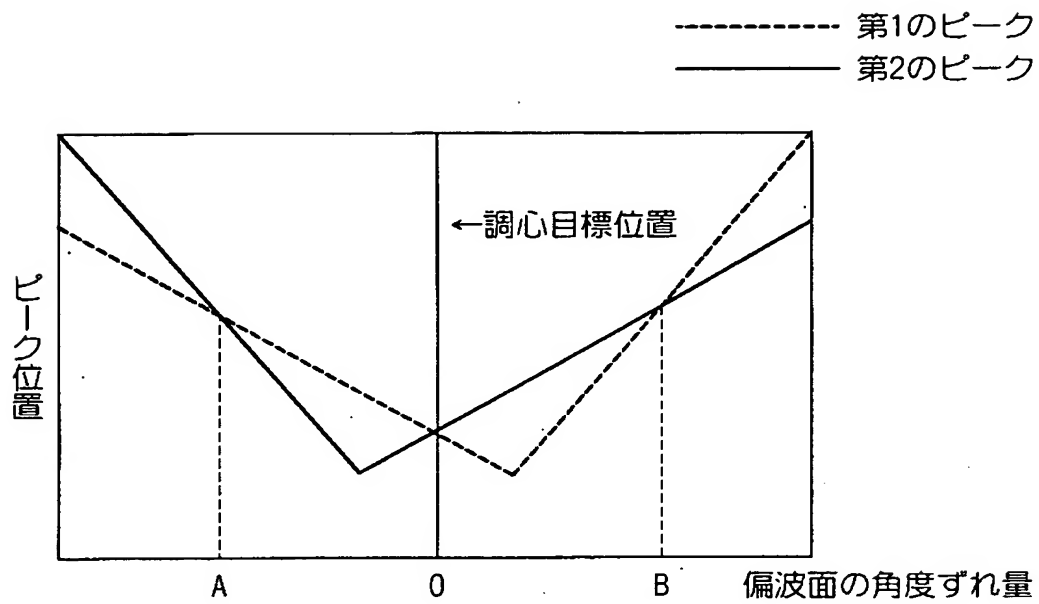
【図 1】



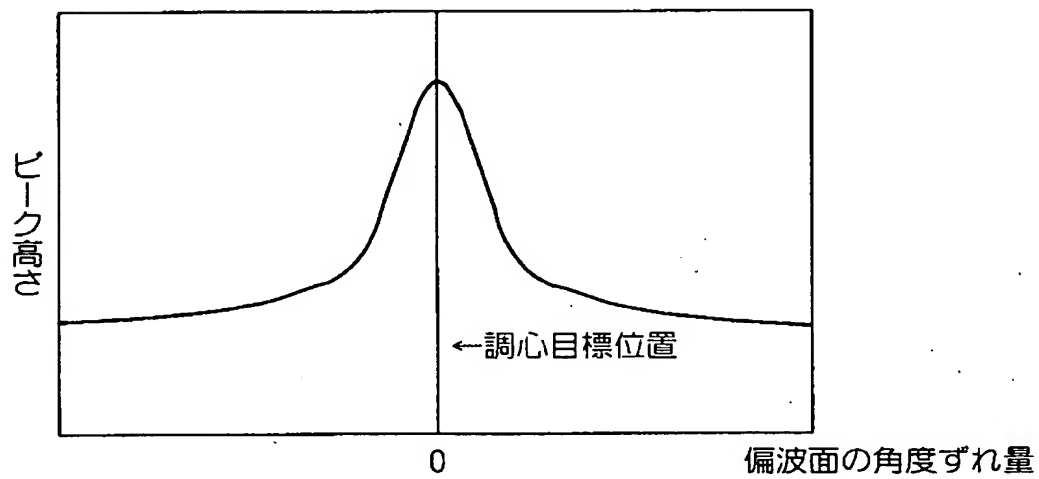
【図2】



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 定偏波光ファイバを接続する際に、定偏波光ファイバの偏波面の角度ずれ量を正確に推定する方法を提供する。

【解決手段】 定偏波光ファイバ 1 の側面に対して光を照射し、透過光の輝度分布を求める。2つの輝度ピーク 1 e、1 f の位置と高さは、光の照射方向に対する、2つの応力付与部 1 a、1 b を結ぶ偏波軸 1 c の角度ずれ量によって変化する。このピーク位置とピーク高さから角度ずれ量を推定し、偏波面の角度ずれを起さずに高精度で定偏波光ファイバを接続する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005186]

1. 変更年月日 1992年10月 2日

[変更理由] 名称変更

住 所 東京都江東区木場1丁目5番1号

氏 名 株式会社フジクラ